

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: X2010230202

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

大型水电站计算机监控系统的设计与实现

Design and Implementation of Computer Monitoring System
Using in Large-scale Hydropower Stations

张银峰

指导教师姓名: 段鸿 副教授

专 业 名 称: 软件工程

论文提交日期: 2012 年 4 月

论文答辩时间: 2012 年 6 月

学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2012 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（ ）课题（组）的研究成果，获得（ ）课题（组）经费或实验室的资助，在（ ）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ☒ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

水力资源占中国常规能源资源剩余可采储量的 40%左右，是中国重要的能源资源。更重要的是水电是可再生的清洁能源，对于保护全球大气环境，实现可持续发展具有重要作用。在优先发展水电是必须坚持的能源发展方针的思想指导下，我国大型水电基地和流域水电开发的步伐正在加快。在此形式下大型水电站的自动化系统建设也变得越来越重要。水电站计算机监控系统是大型水电站的自动化系统的重要组成部分，因此当前对水电站计算机监控系统的设计开发越来越引起专家和学者们的重视。

随着计算机软件、硬件、工业控制、通信网络等方面新技术的迅速发展，为水电站计算机监控系统的发展提供了有力的支持。为实现“无人值班”（少人职守）创造了良好的技术条件，为水电站的安全生产、经济运行提供了有力的保障。着力研究可靠性、先进性、灵活性及经济合理性的水电站计算机监控系统已经是目前我们解决的课题。

本文以大型水电站计算机监控系统为研究对象，从关键技术分析、需求分析、总体设计、详细设计等方面对监控系统的主要功能、网络架构等进行了研究和设计。首先，关键技术分析中，本文主要针对自动发电控制 AGC、综合数据可视化、数据库安全几个方面来分析目前存在的技术问题。其次，系统需求分析阶段，主要论述了业务需求分析，功能和非功能需求分析。再次，系统总体设计中，本文主要依据系统的设计原则，监控范围和网络结构做出系统总体设计的论述与分析。最后，系统详细设计阶段，对系统的各个模块的功能的设计做了分析论述。

关键词：大型水电站；监控系统；安全生产

Abstract

Hydraulic resource that is about 40 percent of available conventional energy of remaining reserves is the important energy resources in China. It is more important that the hydropower is the reproductive, clean energy for the protection of the global atmospheric environment and its continuous development. Based on the development of hydropower is prior to others, the large bases of hydropower and the basined hydropower are developing rapidly. Therefore, the construction of the hydropower station's automatic system is going to be more important. The research and development of the computer monitoring system are given priority by the specialists and scholars as this system is a main part of the automatic systems in the large hydropower station.

This monitor system has been supported strangely by the technical improvement of the computer software and hardware, industry control, and community web-net. This also insures that productional operation is safe and economics are improved, and creates the good technical supports for achievement of 'without staff on a shift' or 'less staff on a shift'. The research of hydropower station's computer control system's reliableness, advance, flexibility, and economic reasonableness is our current key goal.

In this dissertation, using huge hydropower station's computer control system as the research simple, the monitor system's key functions and web-frame are studied and designed through many aspects such as analyzing the main technology and requirements, general design, and detailed design. First, in main technical analysis, this dissertation mainly analyzes the current technical issues by discussing automatic generation control, integrated data visualization, database security. Second, in system's requiring analysis, the dissertation describes the professional and business requirements, functional and in-functional requirements. Third, in system's general design, this dissertation mainly discusses and analyses the general design of the system according to the principle of system's design, the scope of monitor and the structure of the webs. Finally, in system's detailed design, the designs of each module's function of the system are analyzed and discussed.

Key Words: Large-scale Hydropower; Monitoring System; Production Safety.

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 项目研究背景与意义	1
1.2 国内外研究现状	2
1.3 主要研究目标与内容	3
1.4 论文章节安排	3
第 2 章 关键技术分析	5
2.1 自动发电控制 AGC	5
2.2 综合数据可视化	5
2.3 数据库安全	5
2.4 本章小结	6
第 3 章 系统需求分析	7
3.1 业务需求分析	7
3.2 功能需求分析	9
3.2.1 硬件配置	9
3.2.2 软件要求	15
3.3 非功能需求分析	17
3.3.1 系统的性能需求	17
3.3.2 系统安全性需求	20
3.3.3 自诊断功能	20
3.3.4 其他需求	21
3.4 本章小结	22
第 4 章 系统总体设计	23
4.1 系统设计原则及总体结构	23
4.1.1 设计原则	24

4.1.2 总体结构.....	25
4.2 系统监控范围	26
4.3 系统的网络结构及基本配置	26
4.3.1 网络结构.....	27
4.3.2 计算机监控系统的设备配置.....	34
4.3.3 计算机监控系统的设备布置.....	39
4.4 系统软件架构	40
4.5 本章小结	41
第 5 章 系统详细设计与实现	42
5.1 电站的控制与调节方式	42
5.1.1 控制方式.....	42
5.1.2 调节方式.....	43
5.2 系统功能模块配置	44
5.2.1 数据采集于处理.....	44
5.2.2 历史数据存储.....	44
5.2.3 人机界面（HMI）	44
5.2.4 报表处理.....	45
5.2.5 过程报警和事件记录.....	45
5.3 网络通信管理	46
5.3.1 网络中间件模块设计	47
5.3.2 网络应用接口模块设计	49
5.3.3 运行监视管理模块设计	51
5.4 数据库管理	53
5.4.1 实时库存储设计	55
5.4.2 分区文件.....	56
5.5 系统运行管理	57
5.5.1 功能概述.....	57
5.5.2 系统启动与停止模块设计	59

5.5.3 系统监视与控制模块设计	59
5.6 自动发电控制 AGC	60
5.6.1 功能概述.....	60
5.6.2 控制流程.....	61
5.7 人机联系及操作	64
5.8 信号系统	69
5.9 系统自诊断和自恢复	69
5.10 远程诊断和维护	69
5.11 现地层主要功能设计与实现	69
5.11.1 机组现地控制单元.....	70
5.11.2 开关站现地控制单元.....	73
5.11.3 厂用电现地控制单元.....	74
5.11.4 公用设备现地控制单元.....	76
5.12 本章小结	78
第 6 章 总结与展望	79
6.1 论文总结	79
6.2 工作展望	79
参考文献.....	81
致谢.....	83

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 The Background and Significance of the Research Projects	1
1.2 Research Status at Home and Abroad	2
1.3 The Main Objective of The Study and Content	3
1.4 Thesis Chapters Arrangements	3
Chapter 2 Analysis of Key Technologies.....	5
2.1 Automatic Generation Control	5
2.2 Integrated Data Visualization	5
2.3 Database Security	5
2.4 Chapter Summary	6
Chapter 3 System Requirements Analysis.....	7
3.1 Analysis of Business Requirements	7
3.2 Functional Requirements Analysis.....	9
3.2.1 Hardware Configuration	9
3.2.2 Software Requirements	15
3.3 Non-functional Requirements Analysis	17
3.3.1 System Performance Requirements	17
3.3.2 System Security Requirements	20
3.3.3 Self-diagnostic Function	20
3.3.4 Other Needs	21
3.4 Chapter Summary	22
Chapter 4 The Overall Design of the System	23
4.1 System Design Principles and The Overall Structure	23
4.1.1 Design Principle.....	24

4.1.2 Overall Structure	25
4.2 System to Monitor The Scope and Design in Accordance With	26
4.3 System Network Structure and The Basic Configuration.....	26
4.3.1 The Network Structure.....	27
4.3.2 Computer Monitoring System Device Configuration.....	34
4.3.3 Computer Monitoring System Equipment Layout.....	39
4.4 System Software Frame	40
4.5 Chapter Summary	41
Chapter 5 Detailed System Design and Implementation	42
5.1 Control and Regulate The Way of the Station	42
5.1.1 Control Mode	42
5.1.2 Ddjust the Way	43
5.2 System Funcation Modle Set	44
5.2.1 Data Collection and Treatment	44
5.2.2 Historical Data Store.....	44
5.2.3 Graphic User Interface (HMI)	44
5.2.4 Report Processing	45
5.2.5 Alarm Process and Event Recording	45
5.3 Management of Network Communication	46
5.3.1 Network Midleware Design.....	47
5.3.2 Network API Design.....	49
5.3.3 Supervision and Management Design	51
5.4 Database Management	53
5.4.1 Storage Design of RTDB	55
5.4.2 Data Partition File	56
5.5 System Operation Management	57
5.5.1 Function Introduction.....	57
5.5.2 Start/Stop Design	59

5.5.3 Monitor/Control Design.....	59
5.6 AGC.....	60
5.6.1 Function Introduction.....	60
5.6.2 Ctrol Process	61
5.7 Man-machine Contact and Operational Requirements.....	64
5.8 Signal System	69
5.9 System Self-diagnosis and Self-recovery	69
5.10 Remote Diagnostics and Maintenance.....	69
5.11 Main Function Design and Implementation of Field Layer.....	69
5.11.1 The Unit Control Unit.....	70
5.11.2 Switching Station Control Unit.....	73
5.11.3 Auxiliary Power Control Unit.....	74
5.11.4 Utility Equipment Control Unit.....	76
5.12 Chapter Summary	78
Chapter 6 Summary and Prospect	79
6.1 Summarizes of The Dissertation.....	79
6.2 Prospect of The Research.....	79
References	81
Acknowledgements	83

第 1 章 绪论

1.1 项目研究背景与意义

计算机监控系统是水电厂运行管理的眼睛，是水电站安全生产的前提和保证，它具有复杂、涉及面广和科技含量高的特点。自 20 世纪 90 年代中期，推行水电站实现“无人值班”（少人值守）工作以来，我国大多数水电站对主设备进行了大量的技术改造工作。机组的辅助设备，采用微机调速器和微机励磁系统，机组控制采用计算机监控系统，以及一些附属设备采用 PLC 控制，机组启、停等自动化程度上升到一个新的台阶，不仅促进水电厂技术水平的提高，同时也是促进水电站管理模式和管理水平的根本性转变和提高^[23]。可以说计算机监控系统已成为水电站保证生产运行的重要组成部分。

随着技术的发展，近十多年来对水电站计算机监控系统的要求、需求与认识，在快速地变化，特别是对在电网中占据重要地位的大型水电站的计算机监控系统提出了更高的要求。同时，广大偏远地区水电站因管理、技术支撑、现代通信技术的普及发展，也对“无人值班”（少人值守）提出了需求和可能。为达成此目的，探讨大型水电站计算机监控系统的设计。

具体来说，水电站计算机监控系统系统目标主要包括以下几个方面：

- （1）计算机监控系统在水电站得到了广泛应用，经常开、停机的一些常见性误操作事件避免了；
- （2）带动了主要设备的技术改造工作，设备健康状况得到很大的提高；
- （3）“无人值班”（少人值守）工作的贯彻与推广得到了技术支撑，取得成功经验，获得广泛认可，在减少机组运行人员、机组可用率、开停机执行时间、经济运行效率等方面显著提高；
- （4）水电站的安全记录普遍有了极大的增长，甚至创造多年以上无事故的长周期安全记录；
- （5）为水电站生活基地迁移到城市或新建电站一开始就将生活基地建设在城市创造了条件；

- (6) 在管理工作上也有了很大的进步和提高;
- (7) 为电网提高周波合格率提供了有力的支持;
- (8) 为电网电力联络线输送功率进行自动调节,免除了调度人员的监盘之苦。

1.2 国内外研究现状

在欧美等一些工业发达国家,水电站计算机监控技术发展较快,也较先进,自 80 年代起,在水电站监控系统上普遍采用计算机监控技术、水电站自动控制水平及自动控制功能、性能,降低了水电站运行费用。水电站计算机监控系统集成度高,减少了控制系统的占地面积及外部电缆数量,降低了水电站造价。

国外水电站自动控制系统主要有两种模式:一种是“集成型”,基于可编程控制器(PLC)的功能分布,通用开放型模式(off-the-shelf);另一种是“专用型”的功能集中专用模式。“集成型”小水电站自动控制系统在发达国家早已普遍采用,技术成熟,同时也出口发展中国家,但由于价格比较高,在发展中国家推广有一定的难度。近年来,为了开拓发展中国家市场,不少外国公司开始研究开发适合发展中国家小水电站经济和技术水平的“专用型”自动控制系统。我国小水电市场巨大,对发达国家有很大的吸引力。特别是我国加入 WTO 后,外国产品的进入,给国内厂家提出了严峻的挑战。从技术角度看,“专用型”产品是专门针对经济欠发达地区开发的,虽然处于起步阶段,技术还不够成熟,但发展的势头好,市场潜力比较大。

国内水电站自动控制系统主要以常规设备为主,计算机监控系统在水电站中的应用尚属推广阶段,在新建的大型水电站,较多地采用了水电站计算机监控系统,中小型水电站或已运行的许多老电站则采用常规自动控制设备居多,技术稍先进的中小型电站,或在常规自动控制系统的基础上加上计算机功能控制单元,或用计算机功能控制单元改造常规自动控制系统,或在常规自动控制系统的基础上加上计算机监测系统。可以预见在水电站自动控制系统中采用计算机监控技术已是大势所趋,是技术进步的必然结果。

我国小水电自动控制系统目前基本上沿用大中型水电站模式,即采用“集成型”模式;电站二次设备包括以可编程控制器(PLC)为核心的现地控制单元、同期装置、调速器、励磁装置、保护等设备都是按功能划分的微型产品,再加上

油、气、水、厂用电等辅助设备的自动控制，要实现多种设备的接口与通讯，缺乏标准化规约，系统复杂程度与大型电站相差无几，既增加了用户的投资，也给电站运行和维护增加了复杂性。为解决“集成型”模式存在的投资大、结构复杂、运行维护不方便等问题，结合我国小水电站的实际情况，国内现已开始研究开发“专用型”自动控制系统。

1.3 主要研究目标与内容

根据目前计算机控制系统的发展方向，结合大型水电站的自身特点，以电站计算机监控系统的可靠性、先进性、灵活性及经济合理性等方面的分析为基础，提出大型水电站计算机监控系统的控制方式、系统结构、系统功能及系统外部接口的方案。

研究内容：

- (1) 大型水电站监控系统的总体结构和控制方式；
- (2) 大型水电站计算机监控系统的功能要求；
- (3) 大型水电站计算机监控系统的硬件结构和配置；
- (4) 大型水电站计算机监控系统的软件平台和配置。

1.4 论文章节安排

论文简要介绍了大型水电站计算机监控系统设计原则，详细阐述了系统的关键技术分析、系统需求分析、系统总体设计、详细设计、硬件配置、软件要求，最后简要总结了整个研究方向。论文的组织结构如下：

第一章 绪论：简要介绍了项目研究背景与意义、研究现状、主要研究目标与内容、论文章节安排。

第二章 关键技术分析：简要介绍了自动发电控制 AGC、综合数据可视化、数据库安全关键技术。

第三章 系统需求分析：对计算机监控系统的总体需求进行了详细分析，明确了系统需要实现的功能。

第四章 系统总体设计：从电站计算机监控系统设计原则及总体结构、监控范围及设计依据、网络结构及基本配置、软件架构进行分析。

第五章 系统详细设计：详细描述了电站的控制与调节方式、系统功能模块配置。

第六章 总结与展望：对全文进行了总结，并对未来需进一步研究的工作进行了展望。

厦门大学博硕士论文摘要库

第 2 章 关键技术分析

大型水电站计算机监控系统对电站设备进行集中管理，给运行人员、检修人员、管理人员等提供全面、方便的数据和服务。而电网作为电力系统的核心管理层，电网要求电站在具备 AGC 的条件下，根据负荷情况、电站发电情况，对电站功率进行调整，因此大型水电站的主要关键技术在于电站自动发电控制（AGC）系统、综合数据可视化、数据库安全。

2.1 自动发电控制 AGC

根据全厂负荷的要求，在遵循最少操作断路器次数、并满足发电单元各种运行限制条件的前提下确定最佳发电单元运行组合。在自动发电控制时，能够实现电站发电单元的自动开、停机功能^[24]。

对电站各发电单元有功功率的控制分别设置“联控 / 单控”控制方式。某发电单元处于“联控”方式时，该发电单元参加 AGC 联合控制；处于“单控”方式时，该发电单元不参加 AGC 联合控制，但可接受操作员对该发电单元的其它方式控制。

2.2 综合数据可视化

采用基于面向对象多层检索的实时数据展示技术，可以检索和显示具有层次关系的不同对象的不同属性。

图形系统支持脚本语言，具有二次开发能力。

支持对任意属性显示方案的决策，包括颜色、形状、闪烁等。

2.3 数据库安全

数据库安全，主要是分析系统运行安全，系统信息安全。数据库的安全性主要是针对数据而言的，包括数据独立性、数据安全性、数据完整性、并发控制、故障恢复等几个方面。面对大型水电站被控设备多、数据量大，数据库安全尤为重要。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库